



Universidad
Carlos III de Madrid



Documento publicado en:

RODRÍGUEZ-MILLÁN, M. et al. "Tecnologías para la seguridad y su aplicación en la formación superior de los futuros oficiales de la Guardia Civil". En: Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad (3º. 19 y 20 de Noviembre 2015. Marín, Pontevedra). *Actas: III Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad, DESEi+d*. Marín: Centro Universitario de la Defensa de Marín, 2015, pp. 839-846.



UNIÓN EUROPEA



FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL

"Una manera de hacer Europa"



Proyectos RTC-2015-3887-8 DPI2011-23191



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0
Internacional

Tecnologías para la seguridad y su aplicación en la formación superior de los futuros oficiales de la Guardia Civil

Rodríguez-Millán, Marcos^{1,*}, Marco Esteban, Miguel¹, Loya Lorenzo, José Antonio², Moure Colón, Fernando³ y Miguélez Garrido, María Henar¹

¹ Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Carlos III de Madrid, Avda. de la Universidad 30, 28911 Leganés, Madrid, España. Email: mimarcoe@ing.uc3m.es (MEM), mhmiguel@ing.uc3m.es (MGMH)

² Departamento de Ingeniería Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Universidad Carlos III de Madrid, Avda. de la Universidad 30, 28911 Leganés, Madrid, España; Email: jloya@ing.uc3m.es (LLJA)

³ Centro Universitario de la Guardia Civil, Avda. de la princesa s/n, Aranjuez, Madrid; Email: fmoure@guardiacivil.es (MCF)

* Autor Principal y responsable del trabajo; Email: mrmillan@ing.uc3m.es (RMM);

Abstract:

El trabajo presenta la metodología empleada por el Centro Universitario de la Guardia Civil (CUGC) y la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) para el desarrollo de Trabajos Fin de Grado (TFG) enfocados a la aplicación educacional en defensa y seguridad. Los resultados presentados son desarrollados por los alumnos de cuarto curso en el Grado en Ingeniería de la Seguridad. El conocimiento desarrollado en el aspecto de la seguridad y el uso de nuevas herramientas numéricas son de gran utilidad para los futuros oficiales de la Guardia Civil. La principal contribución de este artículo es mostrar la heterogeneidad de los trabajos realizados, destacando el uso de herramientas informáticas para prevención, diseño y mejora de los dispositivos de seguridad y protección de las libertades de las personas. El uso de este tipo de herramientas aún no ha sido suficientemente utilizado a pesar de las amplias posibilidades que ofrece en el campo de la seguridad. En este documento se destacan los principales TFG destinados a la seguridad física así como al análisis de la seguridad empleando dispositivos tecnológicos: móviles, aviones no tripulados, material técnico y especializado para incendios estructurales.

Palabras clave: Seguridad física; Seguridad tecnológica; Educacional; Trabajo Fin de Grado.

1. Introducción

Tradicionalmente los estudios de los oficiales de los Cuerpos de Seguridad del Estado se han centrado principalmente en la rama de las Ciencias Sociales con especial atención en términos legales relacionados con la prevención e investigación de crímenes. En las últimas décadas, se han desarrollado nuevas técnicas tecnológicas para el análisis de estos crímenes. Debido a la rápida evolución de la tecnología, se ha puesto de manifiesto el aprendizaje necesario por parte de los Agentes de los Cuerpos de Seguridad para mejorar el conocimiento técnico en diferentes aspectos novedosos de la Seguridad, de manera que les permita la adaptación a nuevas herramientas y procedimientos.

Los elevados requisitos de conocimiento técnico de los Cuerpos de Seguridad del Estado han motivado un cambio en el modelo educativo. Motivado por esta necesidad, el personal de la Guardia Civil decidió en el año 2010 iniciar un grado de cuatro años académicos dentro del *European High Education Area (EHEA)*, el Grado en Ingeniería de la Seguridad con 240 créditos ECTS. Este grado es el núcleo principal de los estudios para los futuros oficiales, Tenientes de la Guardia Civil, y se ha diseñado en colaboración entre la Guardia Civil y la Universidad Carlos III de Madrid.

Dentro de los cuatro años de estudios del Grado de Ingeniería de la Seguridad, una parte esencial es el desarrollo del TFG en el último curso. El TFG debe unir aspectos técnicos y prácticos procedentes de la universidad y aplicarlos a las necesidades profesionales de las futuras actividades de los nuevos oficiales. Las líneas de investigación propuestas por el CUGC y la Universidad Carlos III de Madrid serán expuestas más adelante.

2. Instituciones: Guardia Civil y Universidad Carlos III de Madrid

La Guardia Civil es una institución nacional española militar de orden público, dependiente del Ministerio del Interior, centrada en la protección del libre ejercicio de los derechos y libertades y con el fin de garantizar la seguridad pública. Desde su fundación en 1844, ha estado participando en la resolución de los principales problemas de seguridad que afectan a España como Estado tanto a nivel nacional como internacional. Actualmente es una de las más respetadas agencias de la ley en el mundo a causa de su fuerte proyección internacional. La Institución es el usuario final de tecnología avanzada para la seguridad.

La Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) fue establecido por una Ley del Parlamento Español el 5 de mayo de 1989 en el marco de la Ley de Reforma Universitaria de 1983[1]. Desde el principio se ha tenido la intención de ser relativamente una pequeña e innovadora universidad pública, proporcionando enseñanza de la más alta calidad y centrada principalmente en la investigación. Tanto los estudios de Ingeniería como Ciencias Sociales se ofrecen en esta Universidad.

3. Metodología de trabajo entre estudiantes y directores

Los estudiantes utilizan los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas del plan de estudio de grado en Ingeniería de Seguridad. Los dos primeros años académicos se realizan en el Centro Universitario de Defensa (CUD) en Zaragoza (España) y son comunes con los del Ejército de Tierra. Estos primeros dos años están centrados principalmente en ciencias básicas[2], que sirven como base para los dos años siguientes, los cuales se imparten en el CUGC (Aranjuez, Madrid) por miembros de la Guardia Civil y personal de la UC3M[3]. A partir del tercer curso académico, los estudiantes comienzan a profundizar en la tecnología aplicada a la seguridad. Esta última parte del programa está diseñado específicamente para la Guardia Civil.

Este documento se centra en los TFG que constan de 12 créditos ECTS. Cabe recalcar, que los TFG se han desarrollado tradicionalmente en el contexto de los estudios de ingeniería como la parte final de sus estudios. Durante décadas, ha sido una buena oportunidad de tener el primer contacto con los proyectos profesionales. En el caso de estudio de este documento, las características especiales de los alumnos y del Grado en Ingeniería de Seguridad deben ser tenidas en cuenta en el diseño de la estructura y el contenido de la Tesis de Licenciatura [4].

Debido al perfil de los estudiantes del Grado en Ingeniería y a que su vida profesional incluirá una serie de actividades relacionadas, no sólo vinculadas con la tecnología sino también, con aspectos sociales y jurídicas, hace necesario que el TFG deba aunar los tres aspectos anteriormente mencionados. Se requiere, por tanto, de la dirección conjunta del TFG por parte del profesor de la Universidad para algunos temas técnicos relacionados con el grado, y por parte de un tutor de la Guardia Civil para aspectos profesionales relacionados con la aplicación a la actividad de la Guardia Civil involucrando los requisitos legales y sociales. Ambos directores colaboran para la definición del tema, la evaluación de los estudiantes y presentación final del TFG.

La interacción entre los estudiantes del TFG y los profesores de la universidad se realiza principalmente por tres medios: (1) correos electrónicos y videoconferencias, (2) visitas de los directores al CUGC y (3) visitas de los estudiantes a la Universidad Carlos III de Madrid. En algunos casos, es necesario impartir un curso de formación, véase la Figura 1 a modo de ejemplo, para los TFG dedicados a seguridad física.

4. Trabajos Fin de Grado y resultados

Las líneas de investigación propuestas por el CUGC y la Universidad Carlos III de Madrid y que el futuro oficial puede seleccionar como tema de TFG son: ciencias forenses; ciberseguridad (uso seguro de redes y sistemas de comunicación); seguridad económica y financiera; protección de infraestructuras y personas (modelización de materiales aplicados a la seguridad, seguridad física, etc.); tecnologías aplicadas a la investigación para dar respuesta ante la amenaza de la delincuencia y crimen organizado (análisis de herramientas esteganográficas, sistemas de identificación, etc.); dirección y liderazgo; historia y deontología en el ámbito de la seguridad; y otros temas relacionados con la seguridad.

Desde 2014 se han realizado un total de 117 TFG; en esta sección se destacarán los más relevantes.

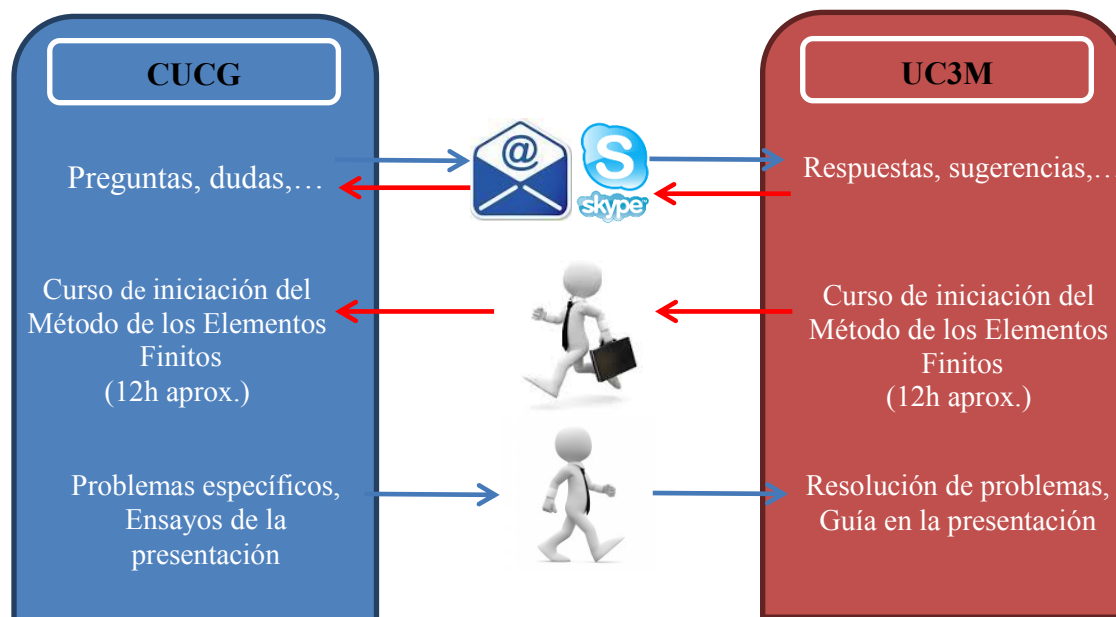


Figura 1. Esquema de la interacción entre los estudiantes del CUCG y los directores de la UC3M en TFG relacionados con la seguridad física

4.1. Trabajos Fin de Grado enfocados a la protección de infraestructuras y personas

El reciente aumento del terrorismo, de conflictos civiles e internacionales, conduce a un aumento del número de personas que sufren de lesiones traumáticas. La mejora de las protecciones personales bajo amenazas balísticas y explosivas es de gran interés para los futuros oficiales de la Guardia Civil. Los principales requisitos que deben cumplir las protecciones personales son: ergonomía, ligereza y seguridad. La creciente aplicación de nuevos componentes estructurales más ligeros, para reducir el esfuerzo del usuario o del consumo de combustible en vehículos, manteniendo la capacidad de absorción de energía, hace necesario optimizar su diseño. Esto se puede lograr mediante herramientas numéricas que reduzcan el coste de los ensayos experimentales sobre prototipos completos. Estas herramientas numéricas deben estar correctamente validadas para una buena predicción, de modo que puedan predecir el comportamiento de la estructura en diferentes condiciones: geometría del proyectil/munición y protección, ángulo de incidencia, velocidades de impacto, comportamiento de nuevos materiales...

La complejidad de este tipo de estudios es manifiesta, tal y como refleja la Figura 2-a), donde en uno de los TFG se realizó un estudio de la influencia del material de protección y el ángulo de incidencia del proyectil ante un impacto sobre un cráneo humano[5]. En el análisis de protecciones personales es importante conocer cuál es la velocidad a la cual el proyectil no perfora la protección (velocidad denominada *Límite Balístico*). La Figura 2-b) muestra el límite balístico para una estructura compuesta por un material cerámico (CSi) y 36 láminas de fibra de aramida[6]. Entre los estudios realizados del cálculo del límite balístico, se ha analizado la influencia del espesor, de distintos

materiales y funciones: cerámicos, fibras de aramida y poliuretano para chalecos o metales para estructuras de absorción de energía en vehículos[7-9].

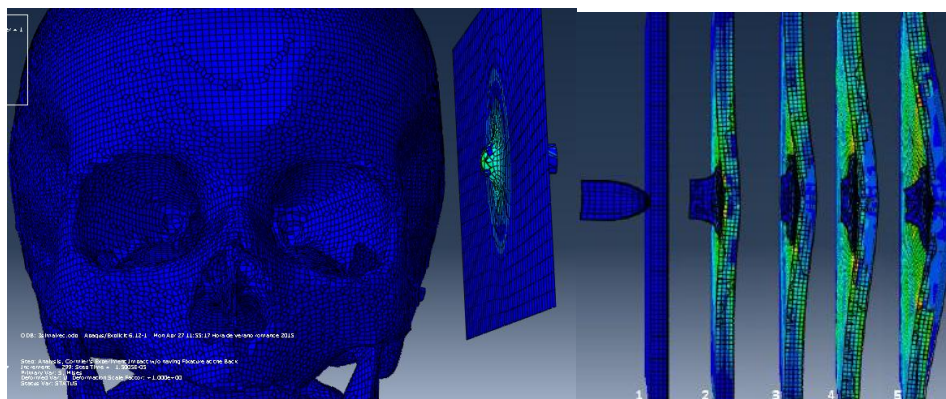


Figura 2. TFG enfocado a la Seguridad Física. a) Protección balística de un cráneo[5]. b) Secuencia del impacto de un proyectil FMJ contra una placa de cerámico/aramida para el cálculo del límite balístico[6]

Además del análisis de protecciones personales, se han desarrollado TFG destinados a otros campos de la seguridad como por ejemplo a catástrofes naturales[10]. En España, a pesar de que los incidentes relativos a grandes catástrofes no son muy frecuentes, la Guardia Civil realiza cobertura de labores de rescate frente a estas amenazas, por lo que debe adaptarse con la mayor brevedad posible a estos fenómenos. El diseño de puentes portátiles con las características necesarias para superar las distintas barreras naturales, ante la inexistencia del mismo, es de gran interés dentro de la Guardia Civil. El TFG se realizó empleando la herramienta comercial ESwin, y consistió en analizar el diseño óptimo de un puente portátil ante diferentes situaciones desfavorables de carga y geometría del terreno.

Otro tipo de amenazas a las que los futuros oficiales de la Guardia Civil deben estar preparados es a cargas explosivas[11]. El estudio de la explosión de un artefacto explosivo, de dimensiones aproximadas a las de un paquete o una mochila, en el control de seguridad de un edificio oficial fue el tema de TFG. Así, se realizaron los cálculos relativos a la explosión en el interior de un edificio oficial.

4.2. Trabajos Fin de Grado enfocados a las tecnologías aplicadas a la investigación

Además de las amenazas físicas, existen otros tipos de vulnerabilidades que violan las libertades de las personas y que pueden significar pérdidas millonarias o comprometer la seguridad física de un individuo. En este contexto, la realización de este tipo de TFG es de gran interés para complementar los estudios de los futuros oficiales de la Guardia Civil.

El problema de las vulnerabilidades en pagos a través de NFC (tarjetas y móviles), la realización de un análisis de los riesgos reales y las contramedidas ante estas amenazas tiene gran interés[12]. En el TFG se recoge un preciso resumen del marco legal español acerca de posibles crímenes relacionados con el uso de estas tecnologías como medios de pago, además del estudio de cómo se realizan los ataques (Figura 3-a).



Figura 3. TFG enfocado a las tecnologías aplicadas a la investigación. a) Esquema de un ataque de "relay"[12]. b) colocación RPAS en la Aldea, Romería del Rocío (Huelva)[14]

Otra medida que es objeto de estudio son los sistemas de reconocimiento de huella dactilar a gran escala[13]. Los sistemas de reconocimiento de huella dactilar han ido apareciendo progresivamente en empresas e instituciones, el hecho de que sean implantados en fronteras y controles de acceso a gran escala invita a pensar que estos sistemas están preparados para realizar esta función de seguridad. En este TFG se realizó un detallado estudio de diferentes variables como los equipos (hardware) utilizados, que adquieren la imagen, las almacenan y soportan los algoritmos; se desarrolló una comparación del reconocimiento por huellas con otras técnicas.

Una de las técnicas más novedosas para la seguridad en situaciones extremas es el uso de aviones no tripulados (RPAS) [14]. Esta tecnología tiene un gran potencial de uso y en el TFG se estudió su viabilidad para la Agrupación de Reserva y Seguridad (ARS) de la Guardia Civil. Además, se analizaron la legislación internacional, europea y española en materia de RPAS, además de otra normativa de interés como es la Ley de protección de Datos. El TFG se complementó con el análisis de los cometidos de la ARS para establecer unos requisitos a tener en cuenta en la elección de los RPAS más adecuados para ser implementados en esta Unidad (Figura 3-b).

4.3. Trabajos Fin de Grado enfocados a las ciencias forenses

En esta amplia temática de los TFG realizados se han destacado principalmente dos. En el primero de ellos, se realizaron análisis forenses de "logs" del sistema operativo Android[15]. Debido al aumento de la utilización de teléfonos móviles SmartPhones y al sistema operativo Android, el análisis de los registros de los eventos que se producen durante el uso de una aplicación o del mismo sistema operativo podría tener relevancia dentro de una investigación (Figura 4-a).

En segundo de los TFG se pretendió mostrar la investigación criminal en incendios estructurales[16]. La investigación de un incendio consiste en la localización del foco de inicio del mismo y en el esclarecimiento de la causa que lo desencadenó, revelando así si se trata de una etiología intencionada o no y, por lo tanto, la criminalidad en el mismo. Dicha investigación se lleva a cabo en un escenario poco común para los investigadores, ya que lo más frecuente no es hallar el lugar de los

hechos arrasado por el fuego, por lo que exige una preparación especial y unos conocimientos específicos acerca de la materia que no todos los especialistas de policía judicial tienen. Por ello, en el TFG se realizó un análisis de la investigación de incendios actualmente en la Guardia Civil, desde diferentes aspectos como son la formación de personal especializado o sus demarcaciones de actuación. Un análisis para mejorar el material técnico y especializado, los procedimientos y las normas internas que se emplean fue llevado a cabo (Figura 4-b).



Figura 4. TFG enfocado a las ciencias forenses a) Contenido de "*com.whatsapp*"[15]. b) Material empleado por los ESIN (Especialista en Investigación de Incendios[16]).

4. Conclusiones

La experiencia del desarrollo de la estructura del TFG, evaluación y temas ha constituido un reto para ambas instituciones de la Guardia Civil y la Universidad Carlos III de Madrid. La percepción de los estudiantes y los directores de los TFG ha sido muy positiva en todos los aspectos. Los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar aplicaciones reales de los conocimientos y habilidades adquiridas durante el grado en Ingeniería de la Seguridad. El aprendizaje de herramientas informáticas que faciliten el análisis de amenazas, el desarrollo de prototipos de elementos estructurales para mejorar la seguridad física de las personas o la mejora de los sistemas de reconocimiento tienen un gran valor para los futuros oficiales de la Guardia Civil.

El contacto con las unidades operativas de la Guardia Civil parece crucial para lograr este objetivo, de manera que supone un impulso para los futuros Tenientes a la hora de adaptarse rápidamente en sus Unidades. El desarrollo del TFG fue tutorizado por diferentes expertos de la Guardia Civil (desactivación de explosivos, armamento y equipamiento policial, lucha ante delitos telemáticos y crimen organizado, policía judicial, criminalística, lucha antiterrorista, y otras especialidades), permitiendo la sinergia entre los estudios académicos y las actividades profesionales de los futuros oficiales de la Guardia Civil.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la financiación recibida del Ministerio de Economía y Competitividad a través de los Proyectos RTC-2015-3887-8 y DPI2011-23191 en el Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016.

Referencias

1. BOE nº 108, May 6 1989, Creación Universidad Carlos III de Madrid (p. 13323). <http://www.boe.es/boe/dias/1989/05/06/pdfs/A13323-13323.pdf>
2. BOE nº 285, noviembre 2013. Orden PRE/2207/2013, de 22 de noviembre (pp. 94747-94765). <http://www.boe.es/boe/dias/2013/11/28/pdfs/BOE-A-2013-12456.pdf>
3. Orden Comunidad de Madrid 4682/2011, 2011/10/25. Acuerdo Centro Universitario de la Guardia Civil - Universidad Carlos III de Madrid, 2011/06/22.
4. CUGC: Centro Universitario de la Guardia Civil. En. *Guía y Norma para la realización de Trabajos Fin de Grado (TFG)* Aranjuez, España, 2013, pp.12.
5. Rico-Huerta, R.R. Efectos dinámicos en un cráneo protegido por placas de aramida, polietileno y aluminio: estudio numérico. *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.
6. Santiago-Gutiérrez, D.L. Análisis de materiales balísticos para chalecos antibalas y su viabilidad en la Guardia Civil. *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.
7. Reina-López, D. Análisis de blindajes en vehículos de la Guardia Civil. *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.
8. Jiménez-Delgado, F.F. Impactos balísticos en placas cerámicas. *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.
9. Gil-Donoso, J.F. Crashworthiness. *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.
10. Real-Toboso, J.M. Cálculo estructural de puentes tácticos sometidos a cargas estáticas. *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.
11. Redondo-Gil, A. Estudio de las explosiones dentro de un control de seguridad en un edificio oficial. *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.
12. Gómez-García, A. Análisis de vulnerabilidades en pagos a través de NFC (tarjetas y móviles). *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.
13. Marmolejo-Doña, A. Sistemas de reconocimiento de huella dactilar a gran escala. *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.
14. Lobo-Barro, S. Estudio del uso de aviones no tripulados por la Guardia Civil: Agrupación de Reserva y Seguridad. *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.
15. Nicolás-Marín, J.A. Analisis forenses de “logs” del sistema operativo Android. *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.
16. Herráez-González, Á. La investigación criminal en incendios estructurales. *Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de la Seguridad*; Centro Universitario de la Guardia Civil, Aranjuez, España, 2015.